

Digital acoustic signal processor esp. for hearing aid - provides choice of reprodn. of speech in real time or at speed adapted to hearing defect

Patent Number: DE4227826

Publication date: 1993-02-25

Inventor(s): HOTTA MASAO (JP); IKEDA HIROSHI (JP); NEJIME YOSHITO (JP)

Applicant(s): HITACHI LTD (JP)

Requested Patent: DE4227826

Application Number: DE19924227826 19920821

Priority Number(s): JP19920045257 19920303; JP19910211872 19910823

IPC Classification: G10L5/02; H04R25/02

EC Classification: G10L21/02A4, H04R1/00D, G10L3/02, G10L3/02T, H04R25/00S

Equivalents:

Abstract

The signal picked up by a microphone (2) is amplified and digitised (11) for storage in semiconductor memory (14) and processing (12) which involves improvement of acoustic properties (121) and low-speed sound reproduction (122).

A controller (4) enables the user to select between real-time and time-expanded processing of the stored digital signals before they are reconverted to analogue form and amplified (13) to the level required to drive an earphone (3).

ADVANTAGE - Hearing characteristic of elderly person with degraded time resolution can be compensated by reproduction of digitised stored speech at slower rate.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑯ DE 42 27 826 A 1

⑮ Int. Cl. 5:
G 10 L 5/02
H 04 R 25/02

DE 42 27 826 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 42 27 826.0
⑯ Anmeldetag: 21. 8. 92
⑯ Offenlegungstag: 25. 2. 93

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
23.08.91 JP 3-211872 03.03.92 JP 4-045257

⑯ Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

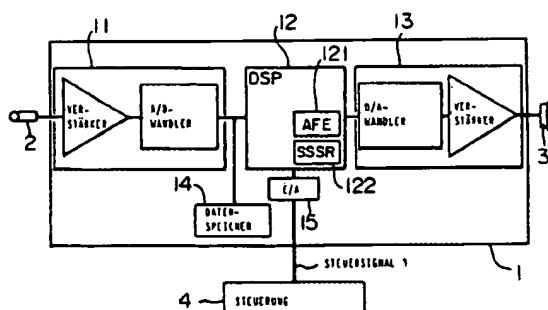
⑯ Vertreter:
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯ Erfinder:
Nejime, Yoshito; Ikeda, Hiroshi, Hachioji, JP; Hotta,
Masao, Hanno, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale

⑯ Es wird ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet, das so ausgebildet ist, daß es eine Speichervorrichtung (14) zum Speichern eines digitalen akustischen Signals, eine Vorrichtung (121) zur Verbesserung einer akustischen Frequenz Eigenschaft und eine Vorrichtung (122) zur Niedergeschwindigkeit-Tonwiedergabe aufweist, um die Geschwindigkeit gespeicherter Sprache zu ändern, um diese Sprache mit niedriger Geschwindigkeit in einer Hörl Hilfe oder ein Gerät mit akustischer Ausgabe einzugeben, um dadurch eine Unterstützung bei altersbedingten Schwierigkeiten mit dem Hörvormögen zu geben, wenn ein Audioausgabegerät, wie eine Hörl Hilfe, ein Fernsehempfänger oder ein Telefon, verwendet wird. Nachdem Sprache in der Speichervorrichtung abgespeichert wurde, wird eine Verarbeitung zum Verbessern der Frequenzcharakteristik ausgeführt, um die Frequenzcharakteristik an die individuelle Hörcaracteristik und die Sprachwiedergabeumgebung anzupassen; anschließend wird die Sprache an den Benutzer ausgegeben. Der Benutzer kann die in der Speichervorrichtung abgespeicherte Sprache wiederholt anhören, wobei er eine Steuervorrichtung (4) verwendet, um den Sprachwiedergabebetrieb zu steuern. Da eine Verarbeitung zum Expandieren des Zeitmaßstabs während Tonwiedergabebetrieb ausgeführt wird, kann darüber hinaus die Sprache mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden. Da Sprache mit verbesselter Frequenzcharakteristik mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden ...



DE 42 27 826 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Hörfegerät zur Unterstützung bei einer z. B. altersbedingten Verschlechterung des Hörvermögens. Spezieller betrifft die Erfindung ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale zum Verbessern der Sprachverständlichkeit.

Herkömmlicherweise wurde hauptsächlich eine analoge Hörhilfe verwendet, um die Amplituden- und Frequenzcharakteristik von Sprache unter Verwendung einer Analogschaltung zu verarbeiten, um eine Unterstützung bei verschlechtertem Hörvermögen zu gewähren. Andererseits wurden kürzlich auf dem Gebiet der Hörhilfen solche entwickelt, die digital arbeiten, wobei digitale Signalverarbeitung eingesetzt wird, um eine Unterstützung bei verschlechtertem Hörvermögen zu bieten. Hinsichtlich dieses Forschungs- und Entwicklungstrends ist ein Beispiel in "The Topics of Hearing Aid" in Journal of the Acoustical Society of Japan, Vol. 45, Nr. 7, 1989, Seiten 549 bis 555 beschrieben. Ein akustisches Signalverarbeitungsverfahren, das bei einer digitalen Hörhilfe verwendet wird, ist in "Digital Hearing Aid Emphasizing Speech Characteristics" in Journal of the Acoustical Society of Japan, Vol. 43, Nr. 5, 1987, Seiten 356 bis 361 beschrieben. Das Verfahren zum Unterstützen des Hörvermögens mit Hilfe einer Hörhilfe, in die das Audioausgangssignal von einem Fernsehempfänger oder dergleichen eingegeben wird, wurde in JP-A-1-1 79 599 beschrieben.

Akustische Signalverarbeitung bei einer digitalen Hörhilfe wird durch eine digitale Signalverarbeitung unter Verwendung eines digitalen Signalprozessors (der im folgenden als "DSP" bezeichnet wird) bewerkstelligt, wobei der Inhalt des digitalen Signalverarbeitungsprozesses durch ein Programm beschrieben wird. Infogedessen kann bei einer digitalen Hörhilfe der Inhalt des akustischen Signalverarbeitungsprozesses dadurch verändert werden, daß das im Speicher abgelegte Programm im Vergleich zu demjenigen bei einer herkömmlichen analogen Hörhilfe verändert wird, wodurch ein Anpassen zum Optimieren der Sprachverständlichkeit für einen individuellen Patienten leicht ausgeführt werden kann. Zu akustischen Signalverarbeitungssabläufen, die bei der digitalen Hörhilfe verwendet werden, gehören Prozeßabläufe zum Verbessern von Hörschwierigkeiten in bezug auf die Frequenzauflösung, die Zeitauflösung, spektrales Auflösungsvermögen, das Vermögen, ein Klangbild zu rekonstruieren, und dergleichen. Z. B. wird eine Frequenzanhebung unter Verwendung eines digitalen Filters vorgenommen, und es wird auch eine tonlose Periode zwischen einen Konsonanten und einen Vokal eingefügt. Eine derartige digitale Verarbeitungstechnik für akustische Signale zum Unterstützen des Hörvermögens wurde mit dem Ziel der Verwendung in einer Hörhilfe entwickelt, jedoch ist es auch möglich, ein Gerät oder eine Vorrichtung anzugeben, die von Menschen mit Hörschwierigkeiten leicht verwendet werden kann, indem eine ähnliche Technik auf eine "Vorrichtung mit Tonausgabe" angewendet wird, wie auf einen Fernsehempfänger und ein Telefon.

Bei einem Gerät zur akustischen Signalverarbeitung, wie es bei einer Hörhilfe verwendet wird, muß Echtzeitverarbeitung erfolgen. D. h. daß alle Signalverarbeitungssabläufe innerhalb einer Zeitspanne erfolgen müssen, die so kurz ist, daß die dadurch bewirkte Verzögerung vom Benutzer nicht bemerkt werden kann. Da eine solche Echtzeitverarbeitung notwendigerweise sogar

sowohl bei der herkömmlichen analogen Hörhilfe als auch bei der herkömmlichen digitalen Hörhilfe vorliegen muß, wurde keine Überlegung dahingehend ange stellt, die verarbeitete Sprache mit niedrigerer Geschwindigkeit auszugeben, nachdem der akustische Signalverarbeitungsprozess zum Verbessern der Sprachverständlichkeit ausgeführt wurde.

Wenn eine Hörhilfe für Menschen mit sensorneuronalen Hörschwierigkeiten gedacht ist, wobei es sich um alte Menschen handeln kann, um die Sprachverständlichkeit durch Verbessern der Sprache zu erhöhen, kann kein ausreichender Effekt erzielt werden, wenn lediglich die Frequenzcharakteristik der Sprache verbessert wird, sondern es muß gleichzeitig mit dem Verbessern der Frequenzcharakteristik ein Verbessern der Zeitcharak teristik der Sprache erfolgen, damit "langsame und klare" Sprache erzeugt wird. Weiterhin besteht vielfach die Möglichkeit, daß ein Mensch mit Hörschwierigkeit den Inhalt der Aussage eines Sprechers dadurch verstehen kann, daß sie diese Aussage wiederholt hört. Viele Menschen mit Hörschwierigkeiten haben, abgesehen von zwischenmenschlicher Konversation, dahingehend Probleme, daß sie eine Aussage nicht wiederholt hören können. Bei Geräten zur akustischen Signalverarbeitung, wie sie bei herkömmlichen digitalen Hörhilfen verwendet werden, wird nicht berücksichtigt, daß wiederholtes Hören zur Lösung von Problemen beitragen könnte.

Darüber hinaus wird wegen der Echtzeitcharakteristik bei herkömmlichen Geräten, wie z. B. einem Fernsehempfänger oder einem Telefon, im wesentlichen nicht berücksichtigt, daß es zur Lösung von Schwierigkeiten beitragen könnte, wenn Sprache langsam ausge geben wird. Demgemäß hat ein Teil der Menschen mit Hörschwierigkeiten Probleme, wenn sie ein "Gerät mit Tonausgabe", wie einen Fernsehempfänger oder ein Telefon, verwenden. Gemäß dem herkömmlichen Verfahren zum Unterstützen des Hörvermögens mit Hilfe von Hörhilfen, in die das Audiosignal von einem Fernsehempfänger oder dergleichen eingegeben wird, besteht keine Anregung dahingehend, den in einer Hörhilfe verwendeten Signalverarbeitungsprozeß für ein akustisches Signal innerhalb des "Gerätes mit Tonausgabe", wie eines Fernsehempfängers oder eines Telefons, zu verwenden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale anzugeben, das z. B. in einer digitalen Hörhilfe und einem "Gerät mit Tonausgabe", wie einem Fernsehempfänger oder einem Telefon, verwendet wird, um eine Unterstützung bei z. B. altersbedingter Verschlechterung des Hörvermögens zu bieten.

Diese Aufgabe kann dadurch gelöst werden, daß ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale innerhalb einer Hörhilfe und einer Vorrichtung mit Tonausgabe angegeben wird. Das digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale ist mit einem Akustiksignal-Speicherabschnitt zum Speichern eines digitalen akustischen Signals, einem Akustikabschnitt zum Verbessern der Frequenzcharakteristik von Sprache und auch einer Vorrichtung zur Niedergeschwindigkeit-Tonwiedergabe ausgestattet, um die Geschwindigkeit der gespeicherten Sprache zu ändern, um diese Sprache mit niedriger Geschwindigkeit auszugeben.

Bei einem erfundungsgemäßen digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale wird, da nach dem Speichern der Sprache im Akustiksignal-Speicherabschnitt eine Verarbeitung zum Expandieren des Zeitmaßstabs des akustischen Signals ausgeführt wird, die

Sprache, wie sie nach der Verbesserungsverarbeitung erhalten wird, dem Benutzer mit niedriger Geschwindigkeit dargeboten. Da der Benutzer die im Akustiksignal-Speicherabschnitt abgespeicherte Sprache wiederholt unter Verwendung eines Steuerabschnitts zum Steuern des Sprachwiedergabebetriebs wiedergeben kann, kann er die Sprache wiederholt anhören, wie sie zuvor ausgegeben wurde, selbst wenn er einen Sprecher nicht direkt darum bitten kann, die vorherige Aussage zu wiederholen.

Da gemäß der Erfahrung Sprache, deren Frequenzcharakteristik verbessert wurde, um an eine individuelle Charakteristik angepaßt zu sein, mit niedriger Geschwindigkeit ausgegeben wird, kann die Hörcharakteristik einer Person mit Hörschwierigkeiten mit verschlechterter Zeitauflösung kompensiert werden. Da eine Funktion zum Speichern der Sprache besteht, kann eingegebene Sprache anschließend wiederholt wiedergegeben werden. Infolgedessen kann eine Person mit Hörschwierigkeiten selbst dann, wenn sie die Aussage eines Sprechers nicht unmittelbar von diesem wiederholt hören kann, die durch die Sprache vermittelte Information verstehen. Wenn darüber hinaus eine Zeitmaßstab-Expansion verarbeitung bei Sprachwiedergabebetriebsart ausgeführt wird, kann ein komplexer Prozeß, der bisher angesichts der Verarbeitungsgeschwindigkeit bei digitaler Echtzeit-Signalverarbeitung nicht möglich war, ausgeführt werden, da zusätzliche Zeit durch Wiedergeben der Sprache mit niedriger Geschwindigkeit erzeugt wird.

Der beim erfundengemäßen digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendete Akustikabschnitt zum Bearbeiten der Frequenzcharakteristik bearbeitet die Frequenzcharakteristik des von einer Vorrichtung mit Tonausgabe, wie einem Fernsehempfänger oder einem Telefon, ausgegebenen akustischen Signal, um es an die Frequenzcharakteristik des Hörvermögens eines Benutzers und die Umgebung desselben anzupassen. Die darzubietende Sprache wird im Akustiksignal-Speicherabschnitt gespeichert, und anschließend wird die gespeicherte Sprache durch ein Gerät zum Wiedergeben der Sprache mit veränderter Sprachgeschwindigkeit ausgegeben. Im Fall eines Fernsehempfängers wird darüber hinaus, da die Sprache synchron mit dem Bild ausgegeben werden muß, dann, wenn die Sprachgeschwindigkeit während der Sprachwiedergabe verändert wird, dieselbe Verzögerung am Bildsignal vorgenommen.

Da bei der Erfahrung Sprache, deren Frequenzcharakteristik verbessert wurde, mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden kann, um an individuelles Hörvermögen oder die Umgebung, in der das Gerät verwendet wird, angepaßt zu sein, kann Hörverständlichkeit betreffend Hörvermögen mit verschlechterter Frequenzauflösung und Zeitauflösung verbessert werden.

Die Erfahrung wird im folgenden von anhand durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Fig. 1 ist ein schematisches Blockdiagramm, das die Anordnung eines digitalen Verarbeitungsgeräts für akustische Signale gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfahrung zeigt;

Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm einer digitalen Hörhilfe, die das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet;

Fig. 3 veranschaulicht schematisch die Anordnung eines Systems zum Anpassen der Charakteristik einer di-

gitalen Hörhilfe, die das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet;

Fig. 4 zeigt ein konzeptionelles Diagramm eines ersten Algorithmus zum Strecken des Zeitmaßstabes, wie er in einer digitalen Hörhilfe verwendet wird, die ein erfundengemäße digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale nutzt;

Fig. 5 zeigt ein konzeptionelles Diagramm für einen zweiten Algorithmus zum Strecken des Zeitmaßstabes, wie er bei einer digitalen Hörhilfe verwendet wird, die ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale nutzt;

Fig. 6 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen einer Anordnung eines Fernsehempfängers, bei dem das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird;

Fig. 7 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen einer Anordnung einer Bildspeichervorrichtung als einem in einem Fernsehempfänger verwendeten Ausführungsbeispiel, bei dem das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale genutzt wird;

Fig. 8 ist ein erläuterndes Diagramm zum Darstellen der zeitlichen Beziehung zwischen einem akustischen Signal und einem Bildsignal im Fernsehempfänger, bei dem ein digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale angewendet wird;

Fig. 9 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Bildspeichervorrichtung als einem anderen Ausführungsbeispiel, wie es bei einem Fernsehempfänger verwendet wird, bei dem das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale genutzt wird;

Fig. 10 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen der Anordnung eines Telefonempfängers als eines Ausführungsbeispiels, bei dem das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird; und

Fig. 11 ist ein erläuterndes Diagramm zum Darstellen der zeitlichen Beziehung zwischen den Zeitsteuerungen für Sprache, Hören und der Wiedergabe akustischer Töne, während sich eine normal hörende und eine anomali hörende Person unter Verwendung eines Telefongerätes unterhalten, bei dem das erfundengemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale genutzt wird.

Fig. 1 ist ein schematisches Blockdiagramm, das die Anordnung eines digitalen Verarbeitungsgeräts für akustische Signale gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfahrung zeigt. Dieses Gerät weist einen A/D-Wandlerabschnitt 11 für A/D-Wandlung eines analogen akustischen Signals, einen Akustiksignalspeicher 14 zum Speichern des A/D-gewandelten digitalen akustischen Signals, einen Signalverarbeitungsabschnitt 12 (der im folgenden der Einfachheit halber als "DSP" – digitaler Signalprozessor bezeichnet wird) zum Verarbeiten des digitalen akustischen Signals, einen D/A-Wandlerabschnitt 13 für D/A-Wandlung des im Signalverarbeitungsabschnitt 12 bearbeiteten digitalen Signals in ein analoges Signal und einen Steuersignal-E/A-Abschnitt 15 zum Eingeben/Ausgeben eines von einem Benutzer vorgegebenen Steuersignal 1 auf. Im Signalverarbeitungsabschnitt 12 sind in Programmform ein Akustikeigenschafts-Verbesserungsabschnitt 121 zum Verbessern der akustischen Frequenzcharakteristik und ein Niedergeschwindigkeits-Tonwiedergabearbeitschnitt 122 zum Wiedergeben des akustischen Signals mit niedriger Geschwindigkeit, die sich von der Geschwindigkeit bei der Signaleingabe unterscheidet, vor-

handen.

Im allgemeinen wird ein akustisches Signal, wie es entweder über ein Funksignal oder eine Telefonleitung und dergleichen übertragen wird, in ein Signal in einem hörbaren Frequenzband umgewandelt, und zwar entweder durch einen Empfänger oder eine Signalempfangsschaltung, und dann wird das Signal im hörbaren Band über einen Sprecher oder dergleichen an einen Hörer ausgegeben. Beim erfundungsgemäßen digitalen Signalverarbeitungsgerät für akustische Signale wird das im Signal im hörbaren Band umgewandelte elektrische akustische Signal durch den A/D-Wandlerabschnitt 1 in ein digitales Signal umgewandelt und danach in den DSP 12 und den akustischen Signalspeicher 14 eingegeben.

Im DSP 12 wird das entweder vom A/D-Wandlerabschnitt 1 oder vom Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 ausgegebene digitale akustische Signal auf Grundlage des vom Nutzer eingegebenen Steuersignals 1 mit Hilfe des im DSP vorhandenen Akustikeigenschaft-Verbesserungsabschnitt 121 verarbeitet. Der Nutzer kann eine Akustiksignal-Verarbeitungsbetriebsart, den Beginn und das Ende des (weiter unten diskutierten) Verarbeitungsprozesses für das akustische Signal frei wählen. Verschiedene Verfahren können im Akustikeigenschaft-Verbesserungsabschnitt 121 verwendet werden. Z. B. besteht ein Verfahren der Mehrkanalkompression, gemäß dem ein Frequenzband durch ein digitales Filter unterteilt wird und Signalverstärkungen für jedes der unterteilten Frequenzbänder gemäß Pegeln ausgeführt werden, die an persönliche Hörcharakteristiken angepaßt sind.

Darüber hinaus verarbeitet der DSP 12 das digitale Audiosignal durch den in ihm vorhandenen Niedergeschwindigkeits-Tonwiedergabeabschnitt 122. Wenn Sprache mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben wird, wird im Niedergeschwindigkeits-Tonwiedergabeabschnitt 122 z. B. ein Verfahren zum Verlängern der tonlosen Perioden der Sprache verwendet, um den zeitlichen Maßstab (Zeitbereich) am Ausgang zu verlängern; außerdem wird ein sogenanntes "TDHS"-Verfahren verwendet (d. h. ein Verfahren zum Ändern einer Zeitbereichseigenschaft dadurch, daß ein Teil der Sprache aus dem Zeitbereich ausgeschnitten wird und das ausgeschnittene Signal und das angrenzende akustische Signal zueinander addiert werden, während eine Fensterfunktion mit einigen Neigungen überlagert wird).

Allgemein gilt, daß dann, wenn beeinträchtigtes Hörfähigkeit in erster Linie von fortgeschrittenem Alter herrührt, gewisse Möglichkeiten bestehen, daß die Zeitdauer zur Sprachverarbeitung im Hirn verlängert ist und auch Schwierigkeiten bei der akustischen Signalverarbeitung beim Hören bestehen. Eine Hauptaufgabe der Zeitmaßstabverlängerungsverarbeitung besteht darin, zusätzliche Zeit zum Kompenzieren derartiger verzögterer Verarbeitungszeit zur Verfügung zu stellen. Es ist erforderlich, die Zeitverschiebung zwischen einem Eingangssignal und einem Ausgangssignal zu kompensieren, wenn eine solche Zeitmaßstabverlängerungsverarbeitung ausgeführt wird. Zu diesem Zweck wird der Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 als Puffer im erfundungsgemäßen digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet. Entweder wird eine Datenspeicheradresse des Akustiksignal-Speicherabschnitts 14 periodisch verwendet, oder die Kapazität des Akustiksignal-Speicherabschnitts 14 wird ausreichend hoch gewählt. Z. B. wird die Kapazität dieses Akustiksignal-Speicherabschnitts 14 so ausgewählt, daß sie einen Wert

aufweist, der ausreichend groß dafür ist, daß ein einziges gesendetes Programm vollständig abgespeichert werden kann. Der Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 weist zwei unabhängige Lese/Schreib-Busse auf, wobei der 5 Digitalsignal-Eingabebetrieb über den A/D-Wandlerabschnitt 11 unabhängig vom Datenausbabebetrieb an den DSP 12 innerhalb des Akustiksignal-Speicherabschnitts 14 ausgeführt wird, wobei sowohl die Akustiksignalspeicherung als auch die Akustiksignalwiedergabe 10 gleichzeitig über denselben Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 erfolgen. Infolgedessen kann das A/D-gewandelte Ausgangssignal im Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 abgelegt werden, und gleichzeitig kann die zuvor aufgezeichnete Information vom DSP 12 gelesen werden.

Als Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 können ein Halbleiterspeicher, ein Gerät mit einer optischen Platte oder ein Gerät mit einer magnetischen Platte verwendet werden. Diese Plattengeräte, wie sie bei der Erfahrung 20 verwendbar sind, weisen einen Kopf zum Einschreiben von Information auf die Platte und einen getrennten Kopf zum Auslesen von Information von derselben auf, so daß sowohl Aufzeichnungsbetrieb als auch Wiedergabebetrieb für akustische Signale gleichzeitig mit der selben Platte ausgeführt werden.

Andererseits wurden vor kurzem eine digitale Nachrichtenleitung und eine digitale Sendetechnik zur praktischen Anwendung gebracht; ein bei dieser digitalen Technologie übertragenes akustisches Signal ist kein analoges, sondern ein digitales Signal. Wenn in diesem Fall ein erfundungsgemäßen digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird, ist der A/D-Wandlerabschnitt 11 des digitalen Signalverarbeitungsgerätes nicht mehr erforderlich, da das akustische Eingangssignal als digitales Akustiksignal zugeführt wird. Es ist auch offensichtlich, daß der D/A-Wandlerabschnitt 13 bei einem Akustiksignal-Ausgabeabschnitt nicht erforderlich ist, der direkt durch ein digitales Signal betreibbar ist und ein solches ausgeben kann.

In Fig. 2 ist eine Anordnung einer digitalen Hörhilfe als bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem ein erfundungsgemäßen digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird. An das digitale Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale sind ein Mikrofon 2 für Spracheingabe und ein Empfänger 3 zum Ausgeben der Sprache wie auch eine Steuerung 4 zum Steuern des Betriebssignal-Verarbeitungsgerätes 1 angeschlossen, wodurch die digitale Hörhilfe gebildet ist. Ein Nutzer kann die Digitalsignalverarbeitungsbetriebsart frei wählen, wie er auch den Beginn und das Ende der Akustiksignalverarbeitung durch die Steuerung 4 einstellen kann (was weiter unten erläutert wird); ein Steuersignal 1 für die Einstellbedingung wird dem DSP 12 über einen Steuersignal-E/A-Abschnitt zugeführt. Im digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der A/D-Wandlerabschnitt 11 aus einem Verstärker AMP zum Verstärken des Ausgangssignals vom Mikrofon 2 und aus einem A/D-Wandler. In ähnlicher Weise wird der D/A-Wandlerabschnitt 13 durch einen D/A-Wandler und einen Verstärker AMP zum Treiben des Ohrhörers 3 gebildet. Der Akustiksignal-Speicherabschnitt 14 wird durch einen Halbleiterspeicher zum Speichern digitalisierter akustischer Signale gebildet, wohingegen ein Steuersignal-E/A-Abschnitt 15 zum Steuern der Eingabe/Ausgabe des Steuersignals von der Steuerung 4 (was weiter unten beschrieben wird) durch eine E/A-Schaltung gebildet wird. Darüber hinaus ent-

spricht ein Signalverarbeitungsabschnitt 12 zum Verarbeiten des digitalen Signals einem Digitalsignalprozessor (DSP), dessen Prozeßinhalt durch ein abgespeichertes Programm festgelegt wird. Innerhalb des in diesem DSP vorhandenen Programmspeichers wird ein Frequenzenschafts-Verbesserungsprogramm als Akustikeigenschafts-Verbesserungsabschnitt 121 und ein Programm zum Expandieren des Sprachzeitmaßstabs als Niedergeschwindigkeit-Tonwiedergabeabschnitt 122 verwendet, zum Ausgeben von Tönen mit niedriger Geschwindigkeit, die sich von der Eingabegeschwindigkeit für die Töne unterscheidet.

Da große Unterschiede in bezug auf die Höreigenschaften oder -merkmale von Menschen mit Hörschwierigkeiten bestehen, wird das oben beschriebene Akustikeigenschafts-Verbesserungsprogramm im oben angegebenen Programmspeicher abgelegt, nachdem die Prozeßparameter an die persönlichen Höreigenschaften einer Person mit Hörschwierigkeiten angepaßt wurden.

In Fig. 3 ist eine Anordnung eines Systems zum Anpassen der akustischen Eigenschaften eines erfundungsgemäßen digitalen Verarbeitungsgeräts für akustische Signale dargestellt. Die in Fig. 2 im Detail dargestellte digitale Hörhilfe 7 ist über einen DSP-Emulator 6 an einen PC (Personal Computer) 5 angeschlossen. Die Funktion des in die digitale Hörhilfe 7 eingebauten DSP wird durch den DSP-Emulator 6 und den PC 5 simuliert oder emuliert, was unter Verwendung eines Charakteristikanpassungsprogramms 51 des PC 5 erfolgt. Der Parameter dieses Charakteristikanpassungsprogramms 51 wird variiert, und ein Anpassungsablauf wird in solcher Weise ausgeführt, daß der Inhalt der Akustikeigenschaftsverbesserung für den Nutzer optimal wird. Die angepaßten Parameter werden in den in die digitale Hörhilfe 7 eingebauten Programmspeicher zur Verwendung eingespeichert.

Fig. 4 zeigt ein konzeptionelles Diagramm eines ersten Algorithmus zur Zeitmaßstab-Verlängerungsverarbeitung, wie er bei einer digitalen Hörhilfe verwendet wird, bei der ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird. Allgemein gesagt, ist dieser erste Algorithmus ein Prozeß, der als "TDHS - Time Domain Harmonic Scaling" (Harmonische Maßstabsänderung im Zeitbereich) bezeichnet wird, bei dem ein Tonsignal mit dreiecksförmigem Gewichtungsverlauf "W" innerhalb überlappter Intervalle gewichtet wird, die jeweils eine Länge "P" aufweisen, wobei die gewichteten Tonsignale zueinander addiert werden und dann auf die Länge "P" komprimiert werden und die resultierenden Tonsignale mit einer Periode abgetastet werden, die der halben ursprünglichen Periode entspricht. Fig. 5 zeigt ein konzeptionelles Diagramm für einen zweiten Algorithmus zur Zeitmaßstab-Expansionsverarbeitung, wie er bei einer digitalen Hörhilfe verwendet wurde, bei der ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale genutzt wurde. Dieser zweite Algorithmus ist ein Prozeß, bei dem eine tonlose Periode innerhalb eines ursprünglichen Akustik- oder Tonsignals festgestellt wird und dann nur diese tonlose Periode verlängert wird. Dieser erste und der zweite Akustiksignalprozessor unterscheiden sich von Niedergeschwindigkeitswiedergabe, wie sie bei einem Bandgerät verwendet wird; es handelt sich um Prozesse, bei denen Sprache mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden kann, ohne daß die Tonhöhe der ursprünglichen Sprache erniedrigt wird. Gemäß der vorliegenden Erfahrung wird digitale

Verarbeitung ausgeführt, bei der eine Harmonische eines Eingangs-Akustiksignals im Zeitbereich mit Tonhöheinheit expandiert wird.

Andererseits weist die erfundungsgemäße digitale Hörhilfe 7 zwei Betriebsarten auf. Der Benutzer wählt die Betriebsart und gibt den Beginn und das Ende eines Ablaufs vor. Die erste Betriebsart ist eine Echtzeitbetriebsart, bei der alle Verarbeitungen mit einer Zeitverzögerung erfolgen, die von keinem Verwender wahrgenommen wird. Bei dieser Betriebsart werden in bezug auf das Ausgangssignal vom A/D-Wandler die Frequenzenschafts-Verbesserungsverarbeitung, wie eine Hochfrequenzverbesserung und eine Formantenverbesserung, wie auch die Zeitbereich-Verbesserungsverarbeitung ausgeführt (z. B. wird eine tonlose Periode von mehreren Millisekunden zwischen einen Konsonanten und einen Vokal eingefügt), durch die die Echtzeitcharakteristik nicht verlorengeht. Bei dieser Betriebsart wird auch das Ausgangssignal vom A/D-Wandler kontinuierlich im Datenspeicher eingespeichert. Es ist zu beachten, daß dann, wenn Datenspeicherung über die Speicherkapazität des Datenspeichers hinaus erfolgen soll, nur die letzten Daten jeweils im Datenspeicher zurückbleiben, wobei die Adressen des Datenspeichers periodisch verwendet werden.

Z. B. wird der Datenspeicher in zwei Bereiche unterteilt. Das Akustiksignal wird in einem unterteilten Bereich abgelegt, und wenn die Datenspeicherkapazität die zulässige Speicherkapazität des Datenspeichers überschreitet, wird das Akustiksignal in den anderen unterteilten Speicherbereich dadurch eingeschrieben, daß ein Speicherbereich in den anderen umgeändert wird. Dann werden die zwei Speicherbereiche periodisch verwendet, so daß nur die letzten Akustiksägnale dauernd im unterteilten Speicherbereich zurückbleiben.

Die zweite Betriebsart entspricht einer Tonwiedergabebelebensart für Verbesserungsverarbeitung für die im Datenspeicher gespeicherten Tonsignale. Gemäß dieser zweiten Betriebsart kann eine Zeitmaßstab-Expansionsverarbeitung zusätzlich zur Echtzeitverarbeitung erfolgen. Bei Verwenden dieser zweiten Betriebsart kann jeder Benutzer die Tonsignale wiederholt hören. Darüber hinaus kann durch Verwenden der Zeitmaßstab-Expansionsverarbeitung die Sprache mit niedrigerer Geschwindigkeit wiedergegeben werden, als sie der Geschwindigkeit während des Speicherablaufs entspricht. Darüber hinaus kann die abgespeicherte Sprache als langsame Sprache abgehört werden, die an die Höreigenschaften eines Nutzers angepaßt ist.

Normalerweise verwendet ein Nutzer die erfundungsgemäße digitale Hörhilfe in Echtzeitbetriebsart. Wenn der Nutzer dann die gerade zuvor wiedergegebene Sprache wiederholt abhören möchte, wird die Tonwiedergabe-Betriebsart verwendet. Auf Grundlage des Steuersignals 1, wie es von der in Fig. 2 dargestellten Steuerung 4 geliefert wird, werden die zwei Betriebsarten umgeschaltet, d. h. der Wiedergabebetrieb in der Tonwiedergabe-Betriebsart wird begonnen oder angehalten, und die Startadresse zum Wiedergeben der Tondaten aus dem Datenspeicher wird eingestellt. Abhängig von den Nutzungsbedingungen können diese Abläufe durch den Nutzer über die Steuerung 4 gesteuert werden. Was den Einstellablauf für die Wiedergabeadresse betrifft, besteht eine andere Möglichkeit dahingehend, daß z. B. dann, wenn ein an der Steuerung 4 vorhandener vorgegebener Schalter einmal betätigt wird, mit der Wiedergabe von einigen Sekunden zuvor abgespeicherten Sprachdaten begonnen wird und auch

mit denselben Zeitintervallen auf die Tondaten rückgesprungen wird und dann eine Wiedergabe jedesmal dann erfolgt, wenn dieser Schalter betätigt wird.

Es ist zu beachten, daß gemäß der vorstehenden Erläuterung die Akustikeigenschaftsverbesserungsverarbeitung zwar unter Verwendung des DSP erfolgt, daß jedoch dieselbe Funktion wie bei der erstgenannten Signalverarbeitung dann erzielt werden kann, wenn die Schaltung am Ausführen einer erforderlichen digitalen Signalverarbeitung unter Verwendung einer digitalen Schaltung, wie eines Gatearrays oder dergleichen, realisiert wird.

Da bei einer digitalen Hörhilfe, die ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale nutzt, Sprache, deren Frequenzcharakteristik an die Höreigenschaften einer individuellen Person angepaßt wurde, mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden kann, können Mängel im Hörvermögen von Menschen mit Hörschwierigkeiten wegen verschlechterter Zeitauflösung kompensiert werden. Da die digitale Hörhilfe die Funktion des Speicherns von Tondaten aufweist, können eingegebene Tondaten nach dem Tondaten-Speicherablauf auch wiederholt wiedergegeben werden. Infolgedessen kann ein Verwender mit Hörschwierigkeiten durch Töne wiedergegebene Information leicht dadurch verstehen, daß er eine Aussage wiederholt anhören kann. Wenn in der Tonwiedergabeart Zeitmaßstab-Expansionsverarbeitung erfolgt, kann darüber hinaus, da zusätzliche Zeit durch die Niedergeschwindigkeitsverarbeitung geschaffen wird, bei der Echtzeitverarbeitung ein komplexer Prozeß ausgeführt werden, der aufgrund der Verarbeitungsgeschwindigkeit des DSP nicht erzielt werden konnte.

Fig. 6 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen einer Anordnung eines Fernsehempfängers als einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das das erfundungsgemäß digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet. Bei diesem Fernsehempfänger sind sowohl zu übertragende Audio- als auch Bildsignale analoge Signale. Im Fall eines Fernsehempfängers wird das Bildsignal gleichzeitig mit dem Audiosignal als Sendesignal übertragen. Nachdem das Fernseh-Sendesignal in einer Empfängerschaltung 21 in ein analoges Eingangsbildsignal 211 und ein analoges Audiosignal 212 aufgetrennt wurde, werden das Audio- und das Bildsignal im digitalen Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale getrennt verarbeitet, und dann wird das Audiosignal an einen Lautsprecher 26 ausgegeben. Das erfundungsgemäß digitale Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale empfängt das Audioausgangssignal, das von der Empfängerschaltung 21 in das hörbare Frequenzband umgewandelt wurde, als analoges Eingangsaudiosignal 212, das dann mit den unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 erläuterten Verarbeitungsschläufen verarbeitet wird. Die Auswahl für den Inhalt des Akustiksignal-Verarbeitungsschlaufs, den Beginn und das Ende dieses Schlaufs werden von einem Nutzer über die Steuerung 4 festgelegt, und ein entsprechendes Steuersignal 1 wird an das digitale Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale ausgegeben. Genauer gesagt, wird, was die Frequenzeigenschaftsverbesserung betrifft, die Frequenzcharakteristik eingestellt, wobei die akustischen Eigenheiten der Umgebung um den Fernsehempfänger berücksichtigt werden. Andererseits wird das analoge Eingangsbildsignal 211 durch einen A/D-Wandler 22 in ein entsprechendes digitales Bildsignal gewandelt, wodurch ein digitales Eingangsbildsignal erhalten wird (was weiter unten erläutert wird), das durch einen

Bildspeicherabschnitt 23 verarbeitet wird (was auch weiter unten beschrieben wird). Anschließend wird ein Ausgangssignal des Bildspeicherabschnitts 23 durch einen D/A-Wandler 24 in ein entsprechendes analoges Signal umgewandelt und dann auf einer Anzeige 25 dargestellt.

Da bei einem solchen Fernsehempfänger der Ton synchron mit dem Bild ausgegeben werden muß, wird, wenn für den Eingangston eine Niedergeschwindigkeit-Tonwiedergabeverarbeitung erfolgt, eine Bildinformationsverarbeitung in solcher Weise ausgeführt, daß dem Bildsignal dieselbe Zeitverzögerung erteilt wird wie dem Tonsignal, was auf Grundlage eines Steuersignals 2 erfolgt, das vom digitalen Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale zugeführt wird. Ein in Fig. 6 dargestellter Bildspeicherabschnitt 23 dient dazu, diese Bildinformationsverarbeitung auszuführen. Allgemein gesagt, ist die Bildlänge (Intervall) eines Fernsehbildes ausreichend länger als die Länge digitaler Audiodaten, die mit einer Geschwindigkeit abgetastet wurden, wie sie für ein Sprach-Frequenzband erforderlich ist. Z. B. wird beim aktuellen Fernsehendesystem Bildinformation mit einem Intervall von 30 Bildern in etwa 1 Sekunde übertragen (tatsächlich 60 Halbbilder aufgrund von Zeilensprungbetrieb).

Wenn das zu übertragende Audiosignal und das zu übertragende Bildsignal digitale Signale sind, sind der oben genannte A/D-Wandler 22 und auch der D/A-Wandler 24 bei einer Ausgabe-Anzeigeeinheit überflüssig, die dazu in der Lage ist, die Anzeigeeinheit 25 direkt mit den digitalen Signalen zu treiben, um das Ausgangssignal aus dem Bildspeicherabschnitt 23 anzuzeigen.

Fig. 7 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen der Anordnung eines Bildspeicherabschnitts als einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Fernsehempfängers, der ein erfundungsgemäß digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale nutzt. Für das erfundungsgemäß Gerät wird eine große Anzahl an Halbleiter-Halbbildspeichern als Bildspeicherabschnitt 23 verwendet, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist. Bei einem erfundungsgemäßem Fernsehempfänger wählt, auf das vom digitalen Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale ausgegebene Steuersignal 2 hin, ein Speicheradreßwechsler 231 einen Eingangsbus 232 und einen Ausgangsbus 233 aus, und mehrere Halbleiter-Halbbildspeicher werden im Kreis genutzt. Infolgedessen wird die Bild-Halbbildinformation, die während einer Zeitspanne eingegeben wurde, in der das akustische Signal expandiert wurde, aufrechterhalten, und gleichzeitig wird dasselbe Halbbild wiederholt an die Anzeige 25 für Anzeigezwecke beim digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet. D. h. daß, während das akustische Signal mit der Zeitperiode, während der die Zeitmaßstab-Expansionsverarbeitung im digitalen Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale ausgeführt wird, an den Lautsprecher 26 ausgegeben wird, das Bildsignal, das ursprünglich ausgegeben und dargestellt werden sollte, wiederholt ausgegeben wird, um die Anzeige zu unterstützen. Es ist zu beachten, daß dann, wenn die Speicherkapazität dieses Bildspeicherabschnitts 23 größer gewählt wird als die Speicherkapazität, die zum Speichern von Bildinformation erforderlich ist, wie sie für eine Halbbildanzahl gilt, die gemäß $F \cdot (F-1)/N$ berechnet wurde, die Bildinformation mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben werden kann, ohne daß dabei Bildinformation verloren geht; dabei ist angenommen, daß die Halbbildanzahl der gesamten Bildinformation in einem Fernsehprogramm, dessen

Zeitbasis für die Betrachtung verlängert wurde, "F" ist, und daß das maximale Expansionsverhältnis beim Verlängern des Zeitmaßstabs "N" ist.

Fig. 8 ist ein erläuterndes Diagramm zum Veranschaulichen der zeitlichen Beziehung zwischen einem Audiosignal und einem Fernsehsignal in einem Fernsehempfänger, in dem ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird. In Fig. 8 ist die zeitliche Beziehung zwischen Eingabe/Ausgabe-Bildern und einem Sprachrahmen schematisch in solcher Weise dargestellt, daß die Bildrahmenanzahl der gesamten Bildinformation, der Zeitmaßstab, der zur Betrachtung zu expandieren ist, zu 5 gewählt ist, und das Expansionsverhältnis zum Expandieren des Zeitmaßstabs zu 2 gewählt ist. Da die Anzahl der Bildrahmen 5 und das Expansionsverhältnis 2 ist, wird der mit der vorstehend angegebenen Gleichung berechnete Wert 3. Wenn die Speicherkapazität des Rahmenspeichers größer als drei Rahmen der Bildinformation gewählt wird, kann die Aufgabe gelöst werden. Da der Zeitmaßstab zeitlich expandiert und ausgegeben wurde, werden dieselben Rahmenbilder zweimal ausgegeben, wodurch Wiedergabe mit niedriger Geschwindigkeit erzielt wird. Ein Rahmenspeicher mit drei Rahmen wird im Kreis genutzt.

Obwohl beim vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel als Bildspeicherabschnitt 23 ein Halbleiterspeicher verwendet wurde, ist es aus dem Tonspeicherablauf ersichtlich, daß entweder ein Gerät mit einer optischen Platte oder einer magnetischen Platte, von denen gelesen und auf die geschrieben werden kann, auf ähnliche Weise als Bildinformations-Aufzeichnungsabschnitt verwendet werden können.

Fig. 9 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Veranschaulichen eines Bildspeicherabschnitts als einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel eines Fernsehempfängers, bei dem ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird. In Fig. 9 ist eine Anordnung eines Bildspeicherabschnitts 7 für den Fall dargestellt, daß solche Plattengeräte verwendet werden. Diese Geräte weisen zwei voneinander unabhängige Köpfe auf, d. h. einen Schreibkopf zum Einschreiben von Information auf entweder eine optische oder eine magnetische Platte 271 und einen Lesekopf zum Lesen von Information von derselben, auf. Sowohl ein Schreibablauf für aktuell zu übertragende Bildinformation als auch ein Leseablauf für zuvor übertragene Bildinformation werden bei diesem Gerät über dieselbe Platte ausgeführt. Der Schreibkopf 272 und der Lesekopf 273, die voneinander unabhängig sind, werden von einem Positionsantrieb 274 unter Steuerung durch eine Positionssteuerung 275 positioniert. Da die Information der in der Vergangenheit aufgezeichneten Bildrahmen vom Lesekopf 273 wiederholt ausgelesen wird, werden dieselben Bildrahmen wiederholt auf der Anzeige dargestellt, wobei darauf geachtet wird, daß keine zeitliche Verschiebung zwischen der Bildausgabe und der Tonausgabe erzeugt wird.

Fig. 10 ist ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen der Anordnung eines Telefonempfängers als einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, bei dem ein erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale verwendet wird. Wie in Fig. 10 dargestellt, ist eine Hörfunktions-Trägervorrichtung 31 als erfundungsgemäßes digitales Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale aufgebaut, und ein (weiter unten beschriebener) Signalmischer 313 ist zwischen einem Empfänger 32 des Telefonempfängers und eine Empfänger-

schaltung 33 geschaltet. Im Fall eines Telefonempfängers wird ein akustisches Signal über eine Telefonleitung übertragen und dann von einer Empfängerschaltung 311 in ein Signal im hörbaren Frequenzband umgewandelt. Das erfundungsgemäß digitale Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale empfängt dieses in das hörbare Frequenzband umgewandelte akustische Signal und führt auf ein Steuersignal 1 hin, das einer Start/Ende-Anweisung entspricht, wie es von einem Nutzer über die Steuerung 4 eingegeben wird, die oben erläuterte Frequenzeigenschaftsverbesserung und die Niedergeschwindigkeit-Sprachwiedergabe aus und gibt dann den verarbeiteten Ton über einen Lautsprecher 321 aus. Was die Frequenzeigenschaftsverbesserung betrifft, wird eine solche Frequenzcharakteristik erzielt, gemäß der ein Hörer einen Ton selbst dann leicht wahrnehmen kann, wenn er sich in lärmender Umgebung befindet, wobei nicht nur persönliche Höreigenschaften berücksichtigt werden, sondern auch akustische Eigenschaften des Telefonempfängers unter Nutzungsbedingungen.

Wenn andererseits ein Hörer Niedergeschwindigkeit-Sprachwiedergabeverarbeitung im Fall eines Telefonempfängers ausführt, vernimmt der Hörer die wiedergegebene Sprache auch dann noch, wenn ein Sprecher zu sprechen aufgehört hat. Infolgedessen wird eine unnatürliche Konversation bewirkt, gemäß der der Hörer nicht direkt antworten kann, nachdem der Sprecher zu sprechen aufgehört hat. Um eine derartige unnatürliche Konversation zu vermeiden, wird ein Signalmischer 313 im erfundungsgemäßen digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale angeordnet, das bewirkt, daß ein Signal, das anzeigt, daß "ein Hörer wiedergegebene Sprache hört", über eine Sendeschaltung 312 an einen Sprecher ausgegeben wird, während der Zuhörer die wiedergegebene Stimme noch hört, nachdem der Sprecher zu sprechen aufgehört hat. Ein Steuersignal 3, das anzeigt, daß der Hörer noch immer den wiedergegebenen Ton hört, wird vom digitalen Verarbeitungsgerät 1 für akustische Signale an den Signalmischer 313 ausgegeben, und dieser sendet das Signal, das anzeigt, daß "wiedergegebene Sprache gerade abgehört wird" über die Sendeschaltung 312 an die Telefonleitung, um diesen Zustand an den Sprecher zu melden. Als ein Beispiel für das Ausgangssignal vom Signalmischer 313 wird ein konstantes Dauersignal an den Sprecher ausgegeben, während die Niedergeschwindigkeit-Sprachwiedergabe an den Hörer erfolgt, nachdem der Sprecher zu sprechen aufgehört hat und kein akustisches Signal in das Mikrofon 322 eingegeben wird. Infolgedessen kann Zweierichtungskonversation glatt ablaufen.

Fig. 11 ist ein erläuterndes Diagramm zum Darstellen der zeitlichen Beziehung für den zeitlichen Zuhör/Sprech-Steuerablauf für einen Hörer/Sprecher und für die Signaltonerzeugungssteuerung, wenn Konversation mit Hilfe eines digitalen Verarbeitungsgeräts für akustische Signale in einem Telefonempfänger erfolgt. In Fig. 11 ist eine derartige zeitliche Beziehung für den "Sprech/Hör"-Zeitablauf und den Signaltonerzeugungsablauf unter der Bedingung dargestellt, daß eine Person "B" mit Hörschwierigkeiten der Sprache eines normal hörenden Person "A" zuhört und dabei das erfundungsgemäß Gerät unter Verwendung einer Verarbeitung zum Expandieren der zeitlichen Länge auf das 1,5-fache nutzt.

Es ist ersichtlich, daß glatte Zweierichtungskonversation mit Hilfe eines Sprachsignals und eines Bildsignals bei einem Fernseh-Telefon-Empfänger erfolgen kann.

wenn die Techniken verwendet werden, wie sie für die bevorzugten Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Fig. 6 bis 9 und die Fig. 10 und 11 beschrieben wurden.

Das erfundungsgemäße digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale wurde auf Fernseh- und Telefonempfänger angewandt, jedoch kann dieses digitale Verarbeitungsgerät für akustische Signale auch bei anderen Geräten mit Sprachausgabe oder mit sowohl Sprachausgabe als auch Bildausgabe verwendet werden, z. B. bei einem Radioempfänger, einem Bandrecorder, einem Videorecorder, einem Stereoempfänger, einem CD-Spieler, Ausrüstung für örtlichen Rundfunk und Fernsehen, einem Videokonferenzsystem und dergleichen. Demgemäß kann die Verständlichkeit von Sprache, wie sie an eine Person mit Hörschwierigkeiten ausgegeben wird, unter Verwendung dieser Geräte verbessert werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann, da Sprache, deren Frequenzcharakteristik verbessert wurde, mit niedriger Geschwindigkeit wiedergegeben wird, damit die persönliche Hörtrennschärfe und auch ein Gerät an die Anwendungsumgebung angepaßt ist, die Hörverständlichkeit bei einer Person verbessern, bei der sowohl die Frequenzauflösung als auch die Zeitauflösung beide verschlechtert sind.

Patentansprüche

1. Digitales Verarbeitungsgerät (1) für akustische Signale mit:

- einem A/D(Analog/Digital)-Wandler (11) zum Umwandeln eines analogen akustischen Eingangssignals in ein entsprechendes digitales akustisches Signal;
- einer Digitalsignalverarbeitungseinrichtung (12) zum Bearbeiten der Akustikcharakteristik des digitalen akustischen Signals zum Erzeugen eines akustisch bearbeiteten digitalen akustischen Signals;
- einem D/A(Digital/Analog)-Wandler (13) zum Umwandeln des akustisch bearbeiteten digitalen akustischen Signals in ein akustisch bearbeitetes analoges akustisches Signal; und
- einer Akustiksignal-Speichereinrichtung (12) zum Speichern sowohl des digitalen akustischen Signals als auch des akustisch bearbeiteten digitalen akustischen Signals;
- wobei die digitale Signalverarbeitungseinrichtung (12) sowohl eine Verarbeitung zum Anpassen der Frequenzcharakteristik des digitalen akustischen Signals als auch einen Prozeß zum Variieren der zeitlichen Länge des digitalen akustischen Signals ausführt.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) einen Halbleiterspeicher aufweist, der über zwei unabhängige Busse verfügt, um Information einzuschreiben bzw. die Information auszulesen.

3. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Gerät mit optischer Platte oder photoelektrischer magnetischer Platte besteht und dieses Plattengerät mindestens zwei voneinander getrennte Köpfe aufweist, um Information einzuschreiben bzw. auszulesen.

4. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das analoge akustische Ein-

gangssignal einem akustischen Signal entspricht, wie es aus einem Sendesignal gewonnen wurde.

5. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es einem solchen zum Verarbeiten eines Sendesignals entspricht, das ein analoges Audiosignal und ein analoges Bildsignal enthält, wobei eine zeitliche Verzögerung im dargestellten Ausgangssignal des analogen Eingangsbildsignals in Übereinstimmung mit der Verarbeitung zum Verändern der zeitlichen Länge des analogen Eingangsaudiosignals kompensiert wird und das angezeigte Ausgangssignal des digitalen Bildsignals eine Steuerung erfährt, welches digitale Bildsignal in einer Bildspeichereinrichtung (14) abgelegt ist, die zum Speichern des durch den A/D-Wandler (13) digitalisierten analogen Bildsignals verwendet wird.

6. Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherkapazität der Bildspeichereinrichtung (14) so gewählt ist, daß sie größer ist als die Speicherkapazität, die zum Speichern von Bildinformation für eine Anzahl von Rahmen erforderlich ist, die durch die Gleichung: $F \cdot ((F-1)/N)$ gegeben ist, wobei angenommen ist, daß die Anzahl von Bildrahmen der gesamten Bildinformation im gesendeten Sendesignal, dessen Zeitmaßstab verlängert ist und das zu betrachten ist, zu "F" gewählt ist und das maximale Expansionsverhältnis während der Expansion des Zeitmaßstabs zu "N" gewählt ist.

7. Gerät nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Halbleiterspeicher besteht, der zwei voneinander unabhängige Busse zum Einschreiben von Information bzw. zum Auslesen von Information aufweist.

8. Gerät nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Gerät mit optischer oder magnetischer oder photoelektromagnetischer Platte besteht und dieses Plattengerät mindestens zwei getrennte Köpfe aufweist, um Information einzuschreiben bzw. zu lesen.

9. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das analoge akustische Eingangssignal einem akustischen Signal entspricht, wie es bei bidirektonaler Kommunikation empfangen wird.

10. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eines zum Verarbeiten eines analogen akustischen Eingangssignals entsprechend einem empfangenen akustischen Signal bei bidirektonaler Kommunikation ist und die Digitalsignalverarbeitungseinrichtung (12) die Verarbeitung zum Ändern der zeitlichen Länge des analogen akustischen Eingangssignals ausführt und ein Signal erzeugt, das einem Sprecher anzeigt, daß ein Hörer immer noch zeitlich expandierte Sprachausgabe hört, die als Ergebnis der Verarbeitung auch dann noch erfolgt, wenn der Sprecher zu sprechen aufgehört hat.

11. Digitales Verarbeitungsgerät (1) für akustische Signale mit:

- einer Digitalsignalverarbeitungseinrichtung (12) zum Verarbeiten der Akustikcharakteristik eines digitalisierten akustischen Signals, um ein akustisch bearbeitetes digitales akustisches Signal zu erzeugen;
- einem D/A(Digital/Analog)-Wandler (13) zum Umwandeln des akustisch bearbeiteten digitalen akustischen Signals in ein akustisch

bearbeitetes analoges akustisches Signal; und

- einer Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) zum Speichern sowohl des digitalen akustischen Signals als auch des akustisch bearbeiteten digitalen akustischen Signals;
- wobei die Digitalsignalverarbeitungseinrichtung (12) sowohl eine Verarbeitung zum Variieren der Frequenzcharakteristik des digitalen akustischen Signals als auch eine Verarbeitung zum Variieren der zeitlichen Länge des akustischen Signals ausführt.

12. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Halbleiterspeicher besteht, der zwei voneinander unabhängige Busse zum Einschreiben von Information bzw. zum Lesen von Information aufweist.

13. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) ein Gerät mit optischer oder magnetischer oder photoelektromagnetischer Platte aufweist, welches Gerät über mindestens zwei getrennte Köpfe zum Einschreiben bzw. Lesen von Information verfügt.

14. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das analoge akustische Eingangssignal einem akustischen Signal entspricht, wie es aus einem Sendesignal gewonnen wird.

15. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es so ausgebildet ist, daß es ein digitales Audiosignal und ein digitales Bildsignal enthaltendes Sendesignal so verarbeitet, daß eine zeitliche Verzögerung im angezeigten Ausgangssignal des digitalen Eingangsbildsignals in Übereinstimmung mit der Verarbeitung zum Variieren der zeitlichen Länge des digitalen Eingangsaudiosignals kompensiert wird, und das dargestellte Ausgangssignal des digitalen Bildsignals eine Steuerung erfährt, das in einer Bildspeichereinrichtung zum Speichern der digitalen Eingangsbildsignale abgelegt wurde.

16. Gerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherkapazität der Bildspeichereinrichtung (14) so gewählt ist, daß sie größer ist als die Speicherkapazität, die zum Speichern von Bildinformation für eine Anzahl von Rahmen erforderlich ist, die durch die Gleichung: $F = \lceil (F-1)/N \rceil$ gegeben ist, wobei angenommen ist, daß die Anzahl von Bildrahmen der gesamten Bildinformation im gesendeten Sendesignal, dessen Zeitmaßstab verlängert ist und das zu betrachten ist, zu "F" gewählt ist und das maximale Expansionsverhältnis während der Expansion des Zeitmaßstabs zu "N" gewählt ist.

17. Gerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Halbleiterspeicher besteht, der zwei voneinander unabhängige Busse zum Einschreiben von Information bzw. zum Auslesen derselben aufweist.

18. Gerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) aus einem Gerät mit optischer oder magnetischer oder photoelektromagnetischer Platte besteht und dieses Plattengerät mindestens zwei getrennte Köpfe aufweist, um Information einzuschreiben bzw. zu lesen.

19. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das digitale akustische Eingangssignal einem empfangenen akustischen Signal in einem bidirektionalen Kommunikationssignal entspricht.

5

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

20. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es eines zum Verarbeiten eines digitalen akustischen Eingangssignals entsprechend einem empfangenen akustischen Signal bei bidirektionaler Kommunikation ist und die Digitalsignalverarbeitungseinrichtung (12) die Verarbeitung zum Ändern der zeitlichen Länge des analogen akustischen Eingangssignals ausführt und ein Signal erzeugt, das einem Sprecher anzeigt, daß ein Hörer immer noch zeitlich expandierte Sprachausgabe hört, die als Ergebnis der Verarbeitung auch dann noch erfolgt, wenn der Sprecher zu sprechen aufgehört hat.

21. Digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale, das in einer digitalen Hörhilfe zur Hörunterstützung verwendet wird, bei dem ein akustisches Eingangssignal digitalisiert wird und die Akustikeigenschaft desselben durch eine digitale Signalverarbeitungseinrichtung verarbeitet wird, mit:

- einer Akustiksignal-Speichereinrichtung (14) zum Speichern des eingegebenen akustischen Signals;
- einer Einrichtung (12) zum Bearbeiten der Frequenzcharakteristik des akustischen Signals;
- einer Einrichtung (6) zum Ausgeben des gespeicherten akustischen Signals mit einer Geschwindigkeit, die sich von derjenigen unterscheidet, mit der das akustische Signal eingegeben wird; und
- einer Steuereinrichtung (4) zum wahlweisen Betreiben der Verarbeitungseinrichtung und der Ausgabeeinrichtung.

22. Gerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Ausgeben des gespeicherten akustischen Signals mit einer Geschwindigkeit, die sich von der Eingabegeschwindigkeit desselben unterscheidet, eine solche digitale Signalverarbeitung ausführt, daß eine harmonische Struktur des akustischen Eingangssignals mit Tonhöheneinheit im Zeitbereich expandiert wird, wobei die digitale Signalverarbeitung unter Verwendung eines digitalen Signalprozessors (DSP) ausgeführt wird, wobei ein für die Signalverarbeitung erforderlicher Parameter an die individuelle Hörcharakteristik eines Nutzers angepaßt wird, welche Anpassungseinrichtung durch einen DSP-Emulator gebildet wird, der zum Emulieren des Betriebs des digitalen Signalprozessors, eines Computers und eines vom Computer ausgeführten Signalverarbeitungsprogramms dient, wobei der Inhalt des Programms zur digitalen Signalverarbeitung abhängig von der Reaktion des Benutzers verändert wird.

23. Gerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Ausgeben des gespeicherten akustischen Signals mit einer von der Eingabegeschwindigkeit verschiedenen Geschwindigkeit eine solche digitale Signalverarbeitung ausführt, daß eine tonlose Periode im akustischen Eingangssignal ausgedehnt wird, welche digitale Signalverarbeitung unter Verwendung eines digitalen Signalprozessors (DSP) ausgeführt wird, wobei ein für diese Signalverarbeitung erforderlicher Parameter an die individuelle Hörcharakteristik eines Benutzers angepaßt wird, welche Anpassungseinrichtung durch einen DSP-Emulator gebildet wird, der zum Emulieren des Betriebs des digitalen Signalprozessors, eines Computers und eines vom

Computer ausgeführten digitalen Signalverarbeitungsprogramms dient, wobei der Inhalt des Programms zur digitalen Signalverarbeitung abhängig von der Reaktion des Benutzers verändert wird.

24. Gerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung eine solche Speichereinrichtung ist, daß ein digitales Signal, das durch Ausführen einer A/D-Wandlung nach dem Verstärken eines akustischen Eingabesignals erhalten wurde, in einem Datenspeicher gespeichert wird, und die Wiedergabe-Startadresse für die in diesem Datenspeicher abgelegten akustischen Daten hinsichtlich des Datenspeichers bei einer Wiedergabe auf die vorige Wiedergabe-Startadresse desselben um dasselbe Zeitintervall rückgesetzt wird, jedesmal dann, wenn ein Steuersignal durch einen Benutzer zugeführt wird.

25. Gerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustiksignal-Speichereinrichtung ein digitales Signal, wie es durch Ausführen einer A/D-Wandlung erhalten wurde, nachdem das akustische Eingangssignal verstärkt wurde, in einen Unterteilungsbereich eines Speichers mit zwei Unterteilungsbereichen einschreibt und das letzte Akustiksignal speichert, wenn das Akustiksignal die Speicherkapazität des einen Unterteilungsbereichs des Datenspeichers überschreitet, wobei auf den anderen Unterteilungsbereich umgeschaltet wird, um das überschüssige Akustiksignal zu speichern, wobei die zwei Unterteilungsbereiche periodisch verwendet werden.

26. Digitales Verarbeitungsgerät für akustische Signale, das in einer Hörhilfe zur Hörunterstützung verwendet wird, mit:

- einem Verstärker zum Verstärken des Ausgangssignals eines Mikrofons, das zum Eingeben eines akustischen Signals verwendet wird;
- einem A/D-Wandler zum Umwandeln des Ausgangssignals vom Verstärker in ein entsprechendes digitales akustisches Signal;
- einem Datenspeicher zum Speichern des digitalen akustischen Signals;
- einem digitalen Signalprozessor (DSP) zum Verarbeiten eines der Ausgangssignale vom A/D-Wandler und der im Datenspeicher abgelegten digitalen akustischen Signale;
- einem D/A-Wandler zum Wandeln des bearbeiteten digitalen Signals in ein analoges Signal;
- einem Verstärker zum Verstärken des analogen Signals vom D/A-Wandler zum Betreiben eines Empfängers; und
- einer E/A(Eingabe/Ausgabe)-Schaltung zum Eingeben/Ausgeben eines von einem Benutzer zugeführten Steuersignals;
- wobei der digitale Signalprozessor das akustische Signal auf Grundlage sowohl eines Programms zum Verbessern der Frequenzcharakteristik von Sprache als auch eines Programms zum Expandieren des Zeitmaßstabs der Sprache oder eines dieser Programme nach Auswahl durch das Steuersignal bearbeitet.

27. Gerät nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der digitale Signalprozessor (DSP) abhängig von der Wahl des Benutzers entweder eine Echtzeitverarbeitung für das Ausgangssignal vom A/D-Wandler oder eine Verarbeitung für das letzte

im Datenspeicher abgelegte akustische Signal ausführt.

28. Gerät nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß ein Parameter, wie er zum Bearbeiten des akustischen Signals durch den digitalen Signalprozessor (DSP) erforderlich ist, an eine individuelle Hörcharakteristik des Benutzers angepaßt wird, wobei die Anpassungseinrichtung von einem DSP-Emulator gebildet wird, der zum Emulieren eines Betriebs des digitalen Signalprozessors dient, wie er im digitalen Verarbeitungsgerät für akustische Signale, einem Computer und einem vom Computer ausgeführten digitalen Signalverarbeitungsprogramm verwendet wird, wobei der Inhalt des digitalen Signalverarbeitungsprogramms abhängig von der Reaktion des Benutzers verändert wird.

29. Gerät nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiedergabestartadresse der im Datenspeicher abgelegten akustischen Daten betreffend den Datenspeicher während einer Wiedergabe auf die vorherige Wiedergabestartadresse desselben mit demselben Zeitintervall jedesmal dann rückgesetzt wird, wenn ein Steuersignal von einem Nutzer zugeführt wird.

30. Gerät nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenspeicher in zwei Speicherbereiche unterteilt ist und das akustische Signal im einen Speicherbereich des Speichers abgelegt ist, dessen Speicherbereich in zwei Speicherbereiche unterteilt ist, und daß auch das letzte akustische Signal abgespeichert wird, wenn das akustische Signal die Speicherkapazität eines der Unterteilungsbereiche des Datenspeichers überschreitet, wobei auf den anderen Unterteilungsbereich umgeschaltet wird, um das überschüssige akustische Signal zu speichern, und wobei auch beide Unterteilungsbereiche periodisch verwendet werden.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

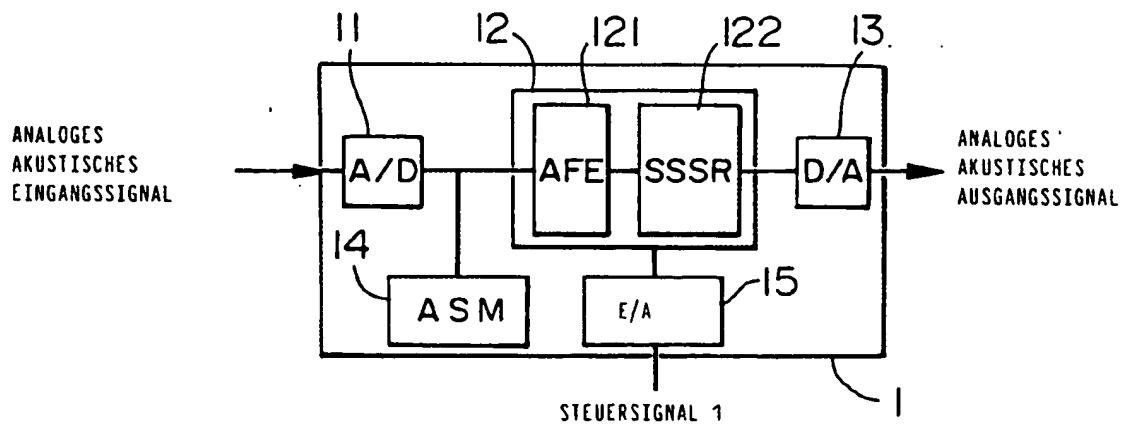


FIG. 2

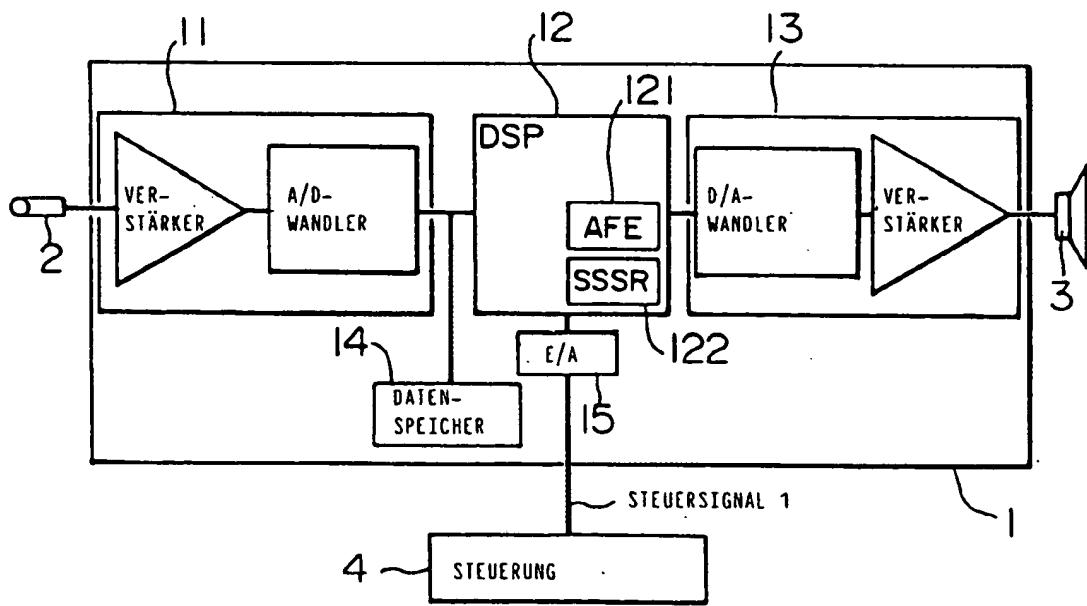


FIG. 3

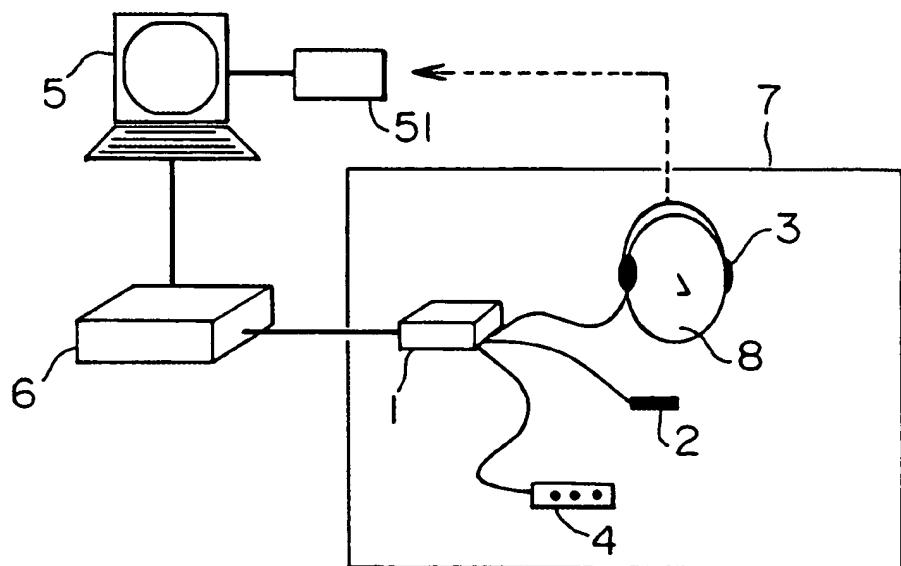


FIG. 4

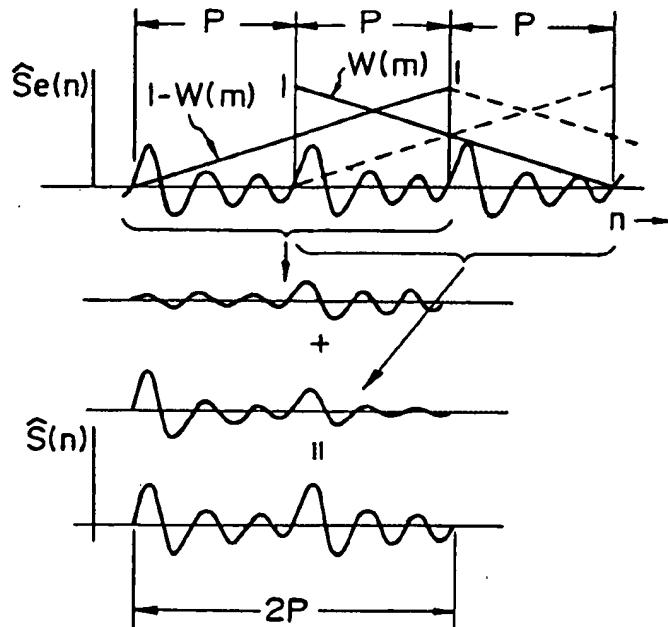


FIG. 5

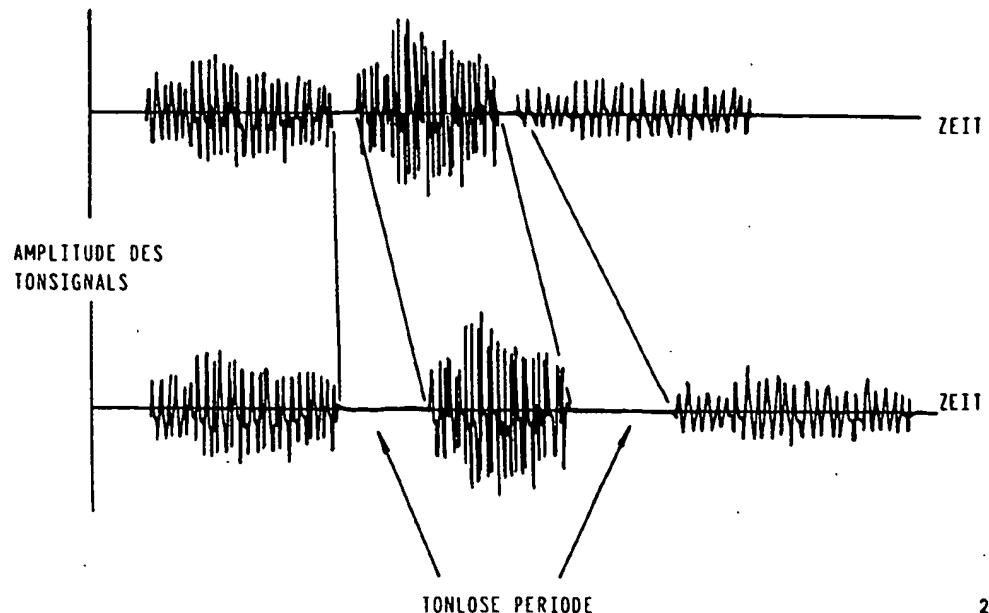
AMPLITUDE DES
TONSIGNALS

FIG. 6

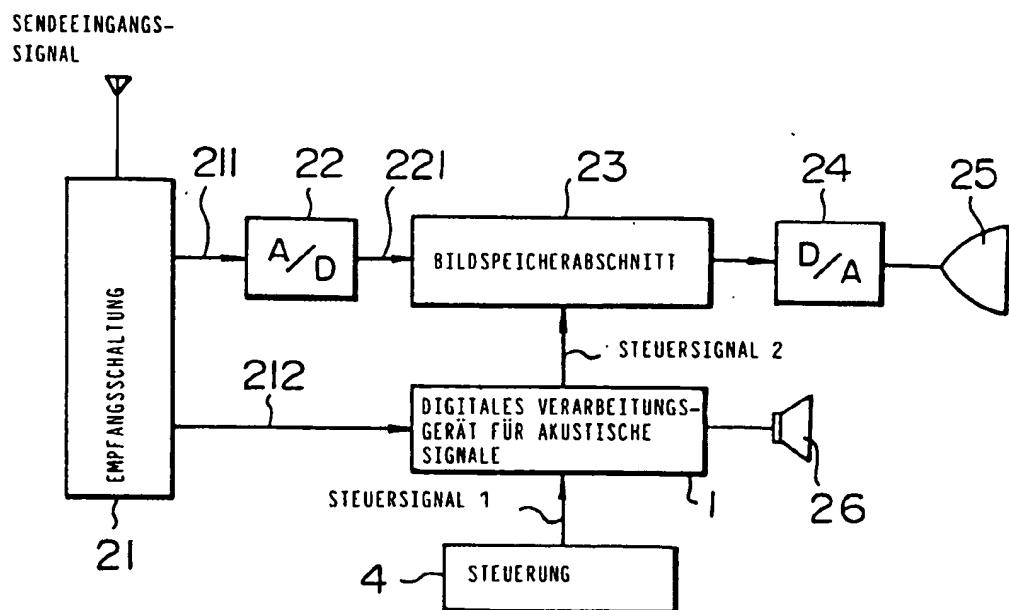


FIG. 7

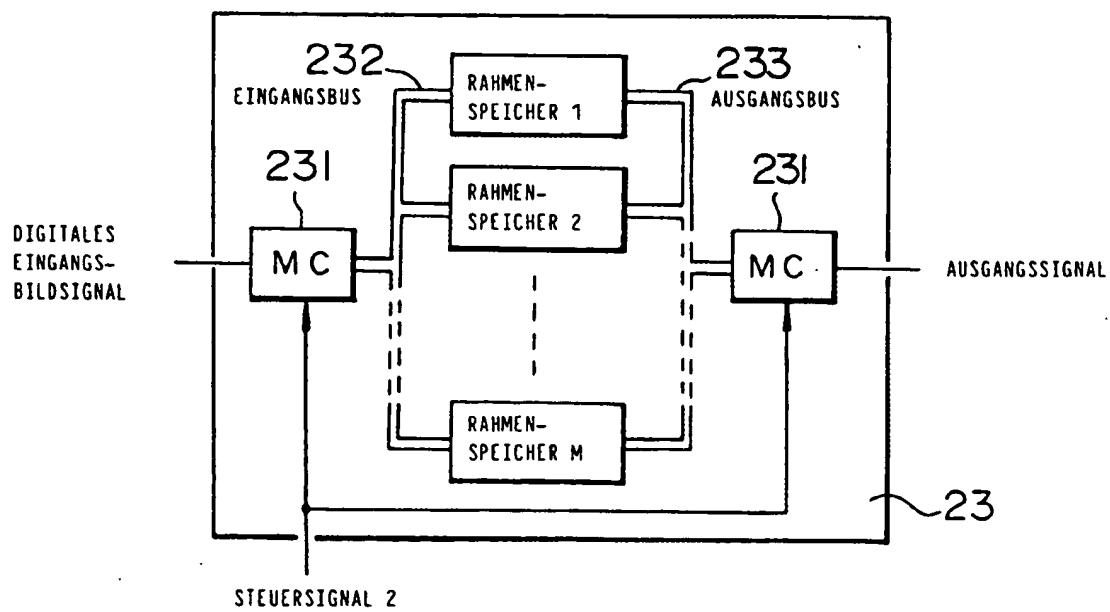


FIG.8

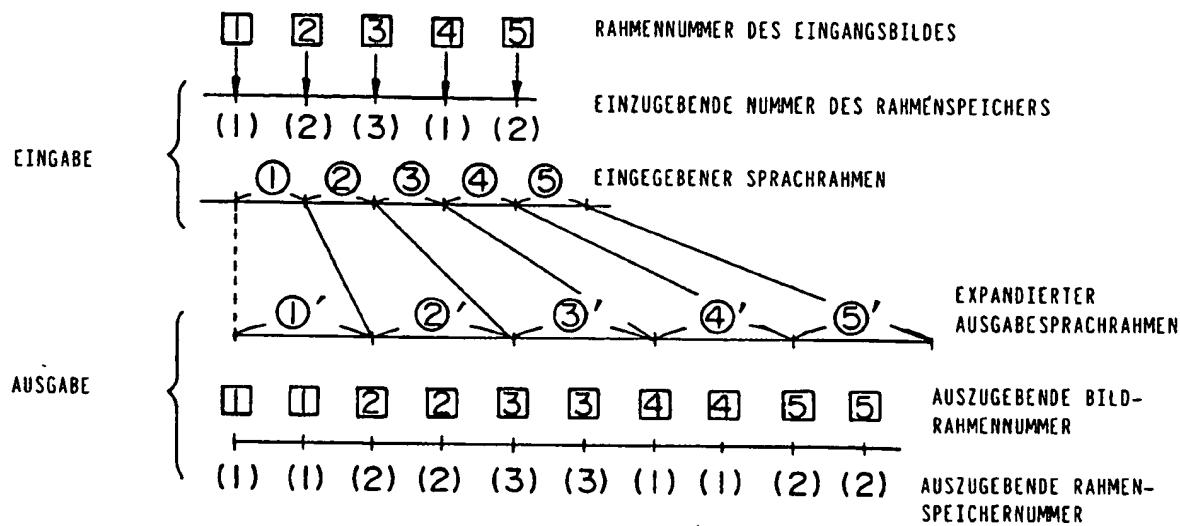


FIG.9

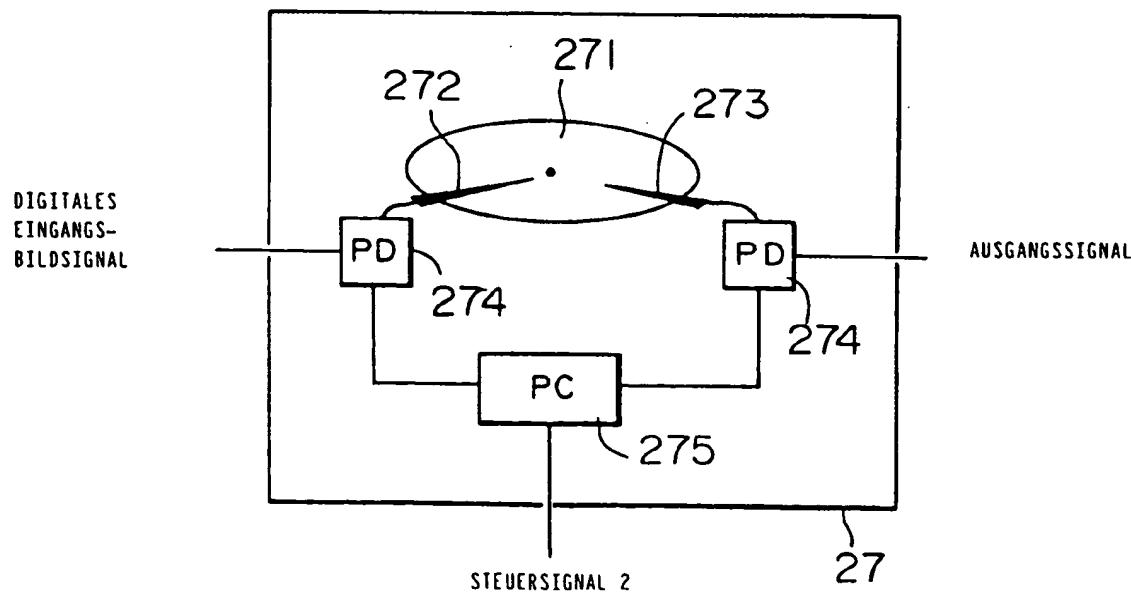


FIG.10

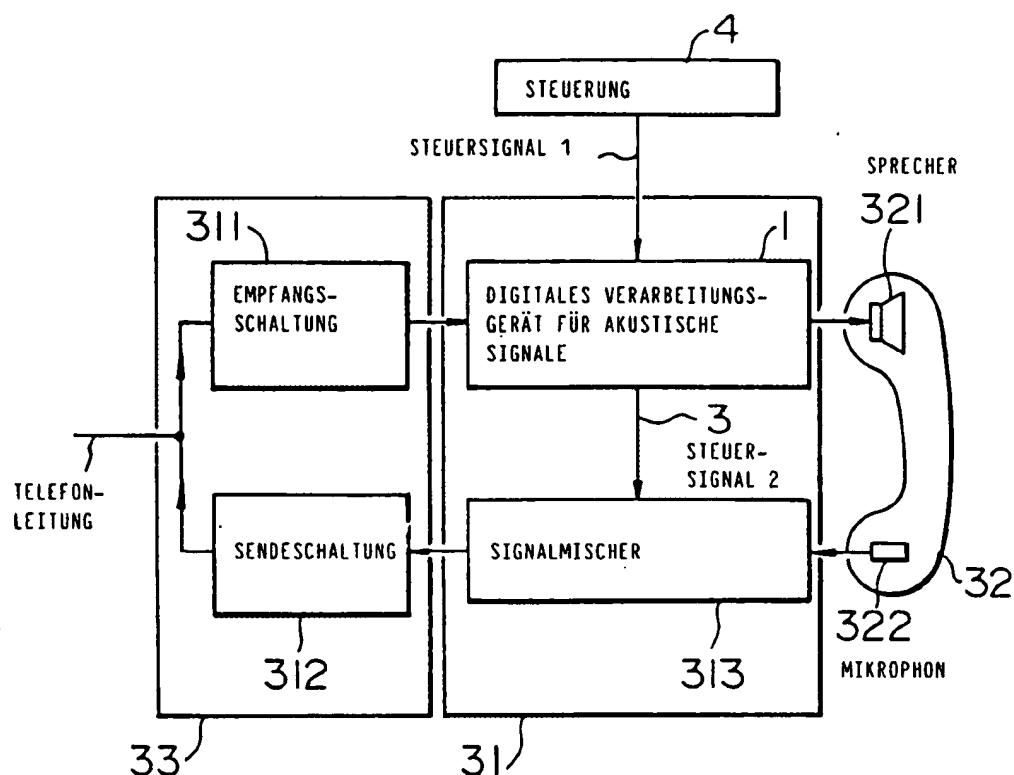


FIG.11

